

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-63891  
(P2000-63891A)

(43) 公開日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 1 1 D 7/50		C 1 1 D 7/50	4 D 0 5 6
B 0 1 D 11/00		B 0 1 D 11/00	4 H 0 0 3
C 0 7 B 63/00		C 0 7 B 63/00	C 4 H 0 0 6
C 1 1 D 7/02		C 1 1 D 7/02	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-230781

(22) 出願日 平成10年8月17日 (1998.8.17)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 佐藤 芳之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 鶴見 重行

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

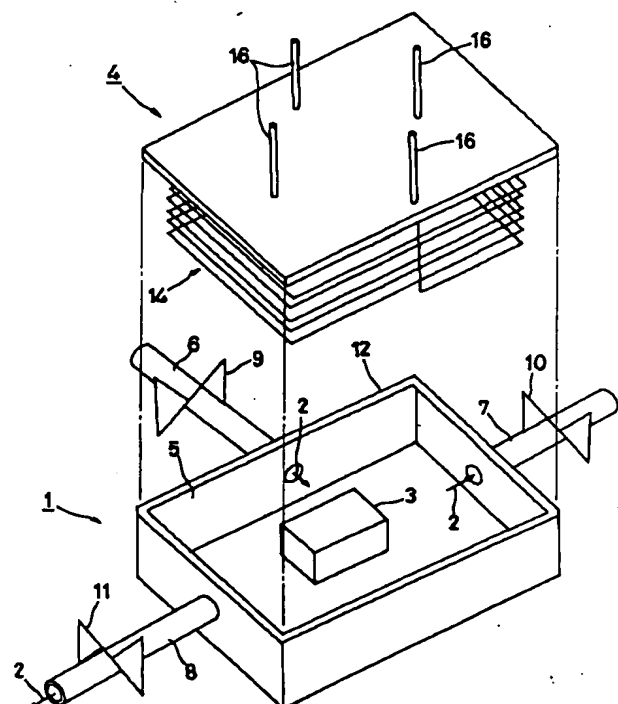
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超臨界二酸化炭素による洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】 有機溶媒を用いずに PCB を除去し、洗浄効率を向上させる。

【解決手段】 被洗浄物 3 が設置されるチャンバー 1 の蓋体 4 に加熱装置 14 と加振装置を取付け、これら装置を端子 16 を介して電源に接続する。配管 6 によって超臨界状態の二酸化炭素 2 をチャンバー 1 内に供給して被洗浄物 3 に接触させることにより、被洗浄物 3 に付着している PCB を溶解し、除去する。このとき、加熱装置 14 によって被洗浄物 3 を加熱するか、または加振装置によって振動させると、PCB の分子運動が活発化して溶解され易くなり、超臨界二酸化炭素 2 による洗浄効率が向上する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機塩素化合物によって汚染されている被洗浄物に超臨界二酸化炭素を接触させることにより被洗浄物を洗浄するチャンバーを備え、このチャンバーに前記被洗浄物を加熱する加熱装置を設けたことを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 2】 有機塩素化合物によって汚染されている被洗浄物に超臨界二酸化炭素を接触させることにより被洗浄物を洗浄するチャンバーを備え、このチャンバーに前記被洗浄物を振動させる加振装置を設けたことを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、加熱装置が高周波加熱装置であることを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、加熱装置が抵抗加熱装置であることを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、加熱装置がレーザー発生装置であることを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 6】 請求項 2 記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、加振装置が超音波振動装置であることを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 7】 請求項 1～6 のうちのいずれか 1 つに記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、複数のチャンバーを並列に接続したことを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

【請求項 8】 請求項 1～7 のうちのいずれか 1 つに記載の超臨界二酸化炭素による洗浄装置において、有機塩素化合物がポリ塩化ビフェニールであることを特徴とする超臨界二酸化炭素による洗浄装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被洗浄物に付着している有機塩素化合物（特にポリ塩化ビフェニール）を超臨界二酸化炭素によって洗浄し、除去する洗浄装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 トランス、コンデンサ、安定器等の各種電気部品においては、絶縁油としてポリ塩化ビフェニール（polychlorinated biphenyls：以下、PCB という）が用いられてきた。PCB は塩素数や塩素の付加位置により各種の同族体の混合物である。毒性もそれぞれの同族体によって大きく異なる。特にコプラナー PCB と呼ばれる同族体はダイオキシン類に劣らず有害であることが指摘されている。PCB は化学的に安定で排出さ

れ難いため生体蓄積性が高く、症状が長期にわたってあらわれる。全身倦怠感、病的疲労、発ガン性作用を強める働きを有するといわれている。また、胎盤透過性、母乳への移行のため、胎児、乳児にも障害が及ぶといわれている。そのため、最近では PCB の製造および使用が禁止されている。

【0003】 PCB の製造、使用を禁止される以前に製造し、使用された前記各種電気部品は絶縁油として PCB が使用されているため、PCB を含まない一般の廃棄物として処理することができず、格別な容器に保管するかまたは燃焼法、アルカリ触媒分解法（BDC 法）、超臨界水酸化法等によって PCB を分解して処理するようにしている。

【0004】 従来、絶縁油を抜き取った後のトランス等の電気部品に付着している PCB を洗浄し、除去するに当たっては、超臨界抽出法によって洗浄している。例えば特開平 7-34096 号公報に記載されたトランスの除染方法は、抽出セル内にトランスを配置し、超臨界状態（または擬臨界状態）の二酸化炭素と少量の助溶剤を供給することによりトランスに付着している PCB の洗浄、除去を行っている。助溶剤としては、n-ヘキサン等の有機溶媒が用いられ、これを用いると PCB の溶解度が増大し、超臨界二酸化炭素単独による場合よりもさらに PCB の抽出効率を向上させることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記したように、従来は超臨界状態の二酸化炭素を用いて PCB の洗浄、除去を行う場合、超臨界二酸化炭素に対して少量の助溶剤を添加することにより PCB の抽出効率を向上させるようにしている。しかしながら、有機溶媒を添加して抽出効率を向上させる方法は、洗浄後の有機溶媒を回収して処理するための設備を必要とするため、装置自体が大型化し、高価になるという問題があった。

【0006】 そこで、本発明者等は抽出効率の向上について検討し実験を行った結果、被洗浄物を加熱したり、超音波で振動させたりして PCB の分子運動を活発化させると溶解し易くなるため、助溶剤を用いた場合と同様に抽出効率を向上させることができることを確認した。

【0007】 本発明は上記した従来の問題および実験結果に基づいてなされたもので、その目的とするところは、有機溶媒を用いないで洗浄効率を向上させることができるようにした超臨界二酸化炭素による洗浄装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために第 1 の発明は、有機塩素化合物によって汚染されている被洗浄物に超臨界二酸化炭素を接触させることにより被洗浄物を洗浄するチャンバーを備え、このチャンバーに前記被洗浄物を加熱する加熱装置を設けたことを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物を加熱装

置によって加熱すると、有機塩素化合物の分子運動が活発化し超臨界二酸化炭素によって溶解され易くなる。したがって、被洗浄物に付着している有機塩素化合物を効率よく洗浄し、除去することができる。

【0009】二酸化炭素は、超臨界状態に変化する温度（臨界温度31.1°C）、圧力（臨界圧力7.38MPa）が他の溶媒物質に比較して低温、低圧であるため、比較的小さいエネルギーで超臨界状態となることから、PCBを洗浄し、除去する溶媒として好適である。また、熱伝導率が大いため抽出反応が促進されるなどの利点を有している。超臨界二酸化炭素はチャンパーに供給されるか、またはチャンパー内において生成される。

【0010】第2の発明は、有機塩素化合物によって汚染されている被洗浄物に超臨界二酸化炭素を接触させることにより被洗浄物を洗浄するチャンパーを備え、このチャンパーに前記被洗浄物を振動させる加振装置を設けたことを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物を加振装置によって振動させると、有機塩素化合物の分子運動が活発化し超臨界二酸化炭素によって溶解され易くなる。したがって、被洗浄物に付着している有機塩素化合物を効率よく洗浄し、除去することができる。

【0011】第3の発明は、上記第1の発明において、加熱装置が高周波加熱装置であることを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物が金属の場合に有効である。

【0012】第4の発明は、上記第1の発明において、加熱装置が抵抗加熱装置であることを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物がセラミックス等の非金属の場合に有効である。

【0013】第5の発明は、上記第1の発明において、加熱装置がレーザー発生装置であることを特徴とする。このような構成においては、高い加熱温度を得ることができる。

【0014】第6の発明は、上記第2の発明において、加振装置が超音波振動装置であることを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物を超音波振動装置によって振動させると、有機塩素化合物の分子運動が活発化するため、被洗浄物に付着している有機塩素化合物を効率よく洗浄し、除去することができる。

【0015】第7の発明は、上記第1～第6の発明のうちのいずれか1つの発明において、複数のチャンパーを並列に接続したことを特徴とする。このような構成においては、複数の被洗浄物を同時に洗浄することができるので洗浄効率を向上させることができる。

【0016】第8の発明は、上記第1～7のうちのいずれか1つの発明において、有機塩素化合物がポリ塩化ビフェニールであることを特徴とする。このような構成においては、被洗浄物からポリ塩化ビフェニールを洗浄し、除去するため、被洗浄物を無害化することができ、

PCBを含まない一般の廃棄物として処理することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る洗浄装置に用いられるチャンパーおよび蓋体の一実施の形態を示す分解斜視図、図2(A)、(B)は蓋体の正面図および底面図である。これらの図において、1は超臨界二酸化炭素2により被洗浄物3を洗浄する洗浄装置に用いられるチャンパー、4はこのチャンパー1の上面開口部5を気密に密閉する蓋体である。被洗浄物3は、トランス、コンデンサ、安定器等のPCBによって汚染された電気部品からなり、前記チャンパー1内に設置される。

【0018】前記チャンパー1は、ステンレス製で、例えば3×3×3cmの上面が開放する箱型に形成され、4つの側壁部のうち3つの側壁部に超臨界二酸化炭素2を供給するための供給用配管6、超臨界二酸化炭素2を排出するための排出用配管7および超臨界二酸化炭素2をリークさせるためのリーク用配管8の一端がそれぞれ接続されている。また、各配管6、7、8にはバルブ9、10、11がそれぞれ設けられている。チャンパー1の上面開口部5には、蓋体4によって密閉されたときのシール性を高めるためにシール部材12が全周にわたって取付けられている。

【0019】前記蓋体4は、同じくステンレス製でチャンパー1と略同一の大きさを有する矩形の板体からなり、下面側に前記チャンパー1内に設置される被洗浄物3を加熱する加熱装置14と、被洗浄物3を振動させる加振装置15が配設され、表面側にこれら両装置14、15が電気的に接続される4本の端子16が突設されている。端子16は蓋体4に対して電気的に絶縁されて取付けられている。

【0020】加熱装置14としては、被洗浄物3が金属の場合、加熱用コイル18を備えた高周波加熱装置が用いられ、加熱用コイル18の両端が2本の電極16を介して高周波電源に接続される。加熱用コイル18は、蓋体4の板厚方向に適宜間隔を置いて5重に巻回された矩形のコイル部18aを有している。これらのコイル部18aは、蓋体4によってチャンパー1の上面開口部5を気密に覆ったとき、チャンパー1内の被洗浄物3の周囲を取り囲むに十分な大きさを有し、洗浄時に高周波電流が供給されることにより被洗浄物3を電磁加熱する。加熱温度としては、被洗浄物3の材質によっても異なるが、100°C～数百°C程度である。被洗浄物3がセラミックス等の非金属で電磁加熱が有効でない場合は、抵抗加熱装置が用いられる。この場合は、上記の加熱用コイル18を高抵抗材料で構成し低周波電流あるいは直流電流によって抵抗加熱すればよい。

【0021】前記加振装置15としては、超音波振動装

置が用いられる。この超音波振動装置15は、蓋体4の下面に被洗浄物3と対向するように設けた超音波振動板20を備え、この振動板20に電流を供給すると振動板20と被洗浄物3に超音波振動を発生させることができる。なお、超音波振動板20は、上記した加熱用コイル18が接続されている端子16とは異なる2本の端子を介して電源に接続されている。

【0022】次に、このような構造からなるチャンパー1を備えた洗浄装置による被洗浄物3の洗浄について説明する。まず被洗浄物3チャンパー1内に設置し、蓋体4によってチャンパー1の上面か一行部5を気密に密閉する。なお、チャンパー1は、内部温度および圧力が二酸化炭素の臨界点（臨界温度31.1°C、臨界圧力7.38MPa）以上、例えば内部温度が50~90°C程度、内部圧力が15~30MPa程度に保持される。

【0023】次に、バルブ9、10を開き、超臨界状態の二酸化炭素2を供給用配管6によってチャンパー1内に導く。この超臨界二酸化炭素2は排気用配管7を通過してチャンパー1から排出されるが、その途中で被洗浄物3と接触することにより被洗浄物3に付着しているPCBを洗浄し、除去する。超臨界二酸化炭素2は、拡散係数が大きく、粘度が小さく、被洗浄物3に付着しているPCBを効率よく洗浄し、除去する。

【0024】また、超臨界二酸化炭素2による洗浄に際して、加熱装置14の加熱用コイル18に通電して被洗浄物3を加熱するか、または加振装置15の超音波振動板20に通電して被洗浄物3および超音波振動板20を超音波振動させるか、あるいはこれら両装置に通電して被洗浄物3を加熱すると同時に超音波振動させると、n-ヘキサン等の助溶剤を用いた場合と同様に超臨界二酸化炭素2によるPCBの洗浄効率をさらに向上させることができる。その理由としては、加熱、超音波振動のいずれの場合も、被洗浄物3に付着しているPCBの分子運動が活発化して溶解または遊離し易くなるため、超臨界二酸化炭素2による溶解度が增大することによるものと推測される。

【0025】洗浄の終了は、排出用配管7の先端側取付けた図示しないPCBセンサがPCBを検知しなくなったことにより確認される。被洗浄物3の洗浄が終了した後、開放しているバルブ9、10を閉じ、リーク用配管8のバルブ11を開くことによりチャンパー1を大気開放させ、蓋体4を開いて洗浄された被洗浄物3を取出す。この被洗浄物3は、PCBが除去されているので、環境および人体に対して無害となり、PCBを含まない一般の廃棄物として処理される。次に洗浄すべき被洗浄物をチャンパー1内に設置し、同様な操作を行う。

【0026】

【実施例】次に、上記したチャンパーを用いてPCBの洗浄、除去を行った実施例について説明する。

【実施例1】上記チャンパー1に40°C、100気圧の超臨界二酸化炭素を流通させると共に加熱装置14によって被洗浄物3を加熱して被洗浄物3の洗浄を行った。その結果、超臨界二酸化炭素2のみを用いた従来の洗浄では3時間要していたものが、加熱装置14を併用すると1時間で洗浄することができ、洗浄効率の向上が達成された。た。

【実施例2】上記チャンパー1に40°C、100気圧の超臨界二酸化炭素を流通させると共に加振装置15によって被洗浄物3を超音波振動させながら被洗浄物3の洗浄を行った。その結果、超臨界二酸化炭素2のみを用いた従来の洗浄では3時間要していたものが、加振装置15を併用すると1.5時間で洗浄することができ、洗浄効率の向上が達成された。

【0027】ここで、上記実施の形態においては、1個のチャンパーを用いた例を示したが、例えば2個のチャンパーを並列に接続して洗浄を行うようにしてもよい。洗浄に際しては、各チャンパーに対して超臨界二酸化炭素の供給とリークを交互に行い、連続的に洗浄することにより、洗浄効率を2倍に向上させることができる。また、チャンパーの数を増加させると、さらに洗浄効率を向上させることができる。

【0028】加熱装置14としては、高周波加熱装置、抵抗加熱装置の代わりに、レーザー発生装置を使用してもよい。その場合は、蓋体4に透明窓を設け、チャンパー1の外部に配置した例えばYAGレーザーからのレーザー光線を透明窓を通してチャンパー内の被洗浄物を照射、加熱するようにすればよい。このような構造においても、電気加熱用コイル18や超音波振動板20を用いた場合と同様に洗浄効率を向上させることができる。

【0029】なお、上記した実施の形態においては超臨界二酸化炭素2をチャンパー1に供給するようにした例を示したが、これに限らず、チャンパー1内で超臨界状態の二酸化炭素にしてもよい。その場合は、通常の二酸化炭素を加圧ポンプによってチャンパー1に導き、内部を二酸化炭素の臨界温度および臨界圧力以上に保持すればよい。また、上記した実施の形態においては、被洗浄物としてPCBによって汚染されている電気部品の例について説明したが、PCBに類似した他の有機塩素系の毒物によって汚染されている被洗浄物の洗浄にも有効であることはいうまでもない。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る超臨界二酸化炭素による洗浄装置によれば、n-ヘキサン等の有機溶媒を用いることなく洗浄効率を向上させることができるので、有機溶剤を処理するための設備を必要とせず、装置自体の簡素化および低廉化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る洗浄装置に用いられるチャンパ

一および蓋体の一実施の形態を示す分解斜視図である。

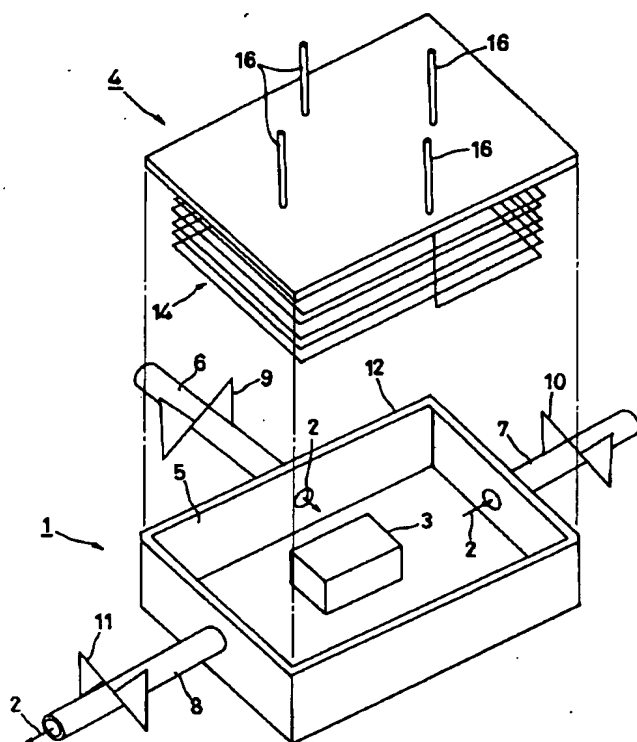
【図2】 (A)、(B)は蓋体の正面図および底面図である。

【符号の説明】

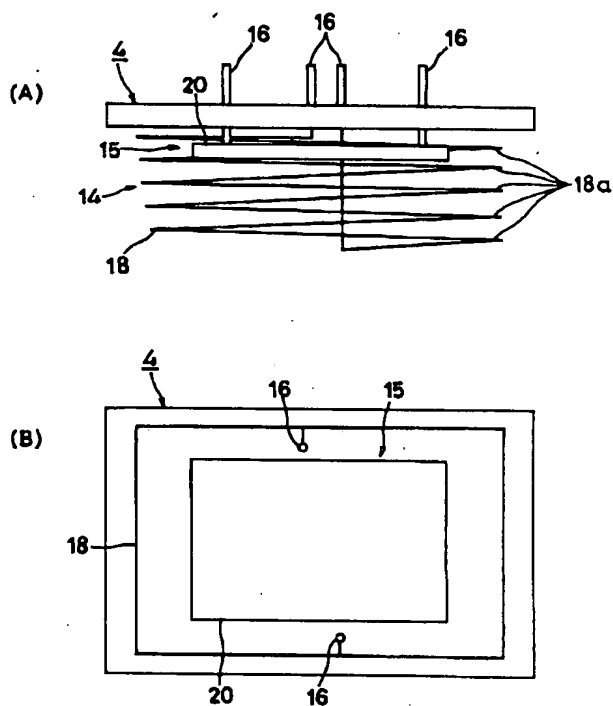
1…チャンバー、2…超臨界二酸化炭素、3…被洗浄

物、4…蓋体、5…開口部、6, 7, 8…配管、9, 10, 11…バルブ、14…加熱装置、15…加振装置、16…端子、18…加熱用コイル、20…超音波振動板。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 西 史郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 竹下 幸俊

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

JFターム(参考) 4D056 AB18 AC24 BA16

4H003 DA15 DB01 DB02 DC04 EA31

4H006 AA04 AB70 AD10 BD82